Programme de formation

Chapitre 1. Connaissance du programme PROSOL

Chapitre 2. La charte qualité des installateurs du CESI

Chapitre 3. Définitions et notions fondamentales du solaire thermique.

Chapitre 4. Typologie et spécification technique des CESI

Chapitre 5. Technologie des accessoires d'une installation solaire

Chapitre6. Évaluation des besoins et dimensionnement

Chapitre 7. Réalisation des schémas hydraulique des installations solaires individuelles

Chapitre 8. Règles et Techniques de montage et associations des appoints

Chapitre 9. Mise en service des CESI

Chapitre 10. Entretien des CESI

Chapitre 11. Élaboration et prestation d'un devis

Chapitre 12. Préparation du service après vente et suivi des CESI

.

Chapitre 13. Principaux défauts de réalisation

Chapitre 14. Installation, mise en service et entretien d'un CESI

Chapitre 1. Connaissance du programme PROSOL

1. Le Projet PROSOL II: Le secteur Résidentiel

Le projet PROSOL II se base sur l'aide de l'Etat qui se fait grâce à des subventions ou crédits bancaires.

1.1. Subvention

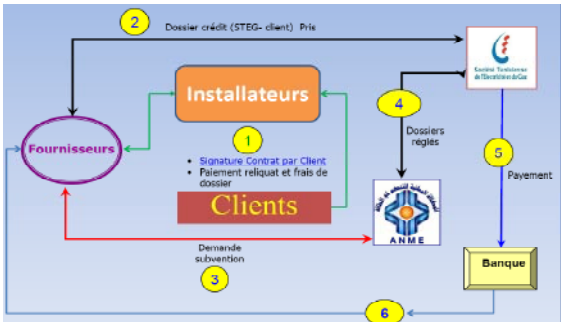
- 200 DT pour les chauffes eau solaire dont la surface des capteurs est comprise entre 1m² et 3m²,
- 400 DT pour les chauffes eaux solaires dont la surface des capteurs est comprise entre 3m² et 7m².

1.2. Crédit bancaire

- Recours à un crédit bancaire sur 5 ans pour l'acquisition d'un crédit pour l'achat d'un CES,
- Garantie de paiement des crédits par la STEG sur la facture d'électricité.

L'Octroi de crédits remboursables sur 5 ans, à travers la facture STEG qui garantira leur recouvrement. Les montants des crédits sont de 550 DT, 750 DT, 950 DT et 1150 DT. Le recouvrement se fait selon les conditions suivantes:

- Taux d'intérêts: TMM+1, pour les années 2008-2011
- Taux d'intérêts actuel : 5,44 % (Oct /09)
- Les montants des crédits sont indépendants de la capacité du CES à condition que : **Montant crédit + Subvention < Coût CES installé**



2. Evolution de l'offre

L'évolution de l'offre montre le premier succès de ce projet. Ainsi jusqu'au octobre 2008 les réalisations sont de :

- 27 fournisseurs éligibles, (dont 06 fabricants) par rapport 06 fournisseurs en 2004,
- 115 modèles de chauffe eau solaires éligibles, par rapport à 20 modèles en 2004,
- 850 installateurs éligibles, par rapport à 120 installateurs en 2004.

Les chauffe-eau solaires sont à 20 % d'origine et fabrication locale alors que 80% des modèles présents sur le marché sont importés (tableau 1).

Tableau 1. *Origines de modèles importés*

Pays	*% des modèles présents sur le marché local*
Grèce	35
Chine	23
Australie	5
France	5
Hongrie	3
Allemagne	1
USA	1
Total	**80%**

De même, les modèles utilisés sont de capacité variable. La répartition des modèles selon la capacité de ballon de stockage est la suivante:

< 200 litres : 2 %
200 litres: 42 %
300 litres : 46 %
500 litres: 10 %

Chapitre 2. La charte qualité des installateurs du CESI

La charte qualité des installateurs du CESI comprend 10 points :

1. Posséder au sein de son entreprise les compétences professionnelles nécessaires, acquises par la formation initiale ou continue, et par une pratique confirmée. Etre à jour de ses obligations légales,

2. Préconiser seulement des équipements solaires répondant aux normes et spécifications en vigueur, et éligibles au programme PROSOL,

3. Assurer auprès du client un rôle de conseil, l'assister dans le choix des solutions les mieux adaptées à ses besoins, compte tenu du "gisement solaire" local, des contraintes du site, de la taille du foyer, et des énergies d'appoint disponibles,

4. Après visite sur site, soumettre au client un devis descriptif écrit, détaillé et complet, de l'installation solaire proposée, en fixant un délai de réalisation, des termes de paiement et de conditions de garantie légale. Proposer un contrat d'entretien et de maintenance d'une durée minimale de cinq ans,

5. Informer le client sur les conditions et les modalités d'octroi de la subvention de l'Etat, telles que portées à sa connaissance par l'ANME,

6. Une fois l'accord du client obtenu (devis co-signé), constituer le dossier de demande de subvention conforme aux exigences, et réaliser l'installation commandée dans le respect des règles professionnelles, normes et textes réglementaires applicables, selon les prescriptions prévues,

7. Régler et mettre en service l'installation, puis procéder à la réception des travaux en présence du client. Lui remettre les notices et tous documents relatifs aux conditions de garantie et d'entretien/maintenance du CES et l'informer sur le fonctionnement et les besoins en maintenance du CES ainsi que sur les conditions de la garantie,

8. Remettre au client une facture descriptive détaillée (qui distingue à minima le poste "fourniture des équipements", et le poste "main d'œuvre) et complète de la prestation, conforme au devis (avec désignation précise des matériels solaires installés, et références exactes de leur certification),

9. En cas d'anomalies ou d'incidents de fonctionnement de l'installation signalés par le client, s'engager à intervenir sur le site dans des délais rapides, et procéder aux vérifications et remises en état nécessaires, dans le cadre des obligations d'intervention attachées à la garantie et au contrat de maintenance,

10. Sur simple notification de l'ANME, favoriser toute opération de contrôle que l'Agence souhaiterait effectuer sur ses réalisations, aux fins d'examiner les conditions de mise en œuvre et de réalisation des prestations.

Chapitre 3. Définitions et notions fondamentales du solaire thermique

1. Rappels de thermique

1.1. Les unités de mesure

- Calorie : La quantité de chaleur nécessaire pour augmenter la température d'un gramme d'eau de 1 degré centigrade.

- Joule : Unité de travail définie comme le travail effectué par une force de 1 newton qui déplace son point d'application de 1 mètre.

- 1 Cal = 4.185 joule
- 1 Watt = J/s
- °F (Fahrenheit) : mesure de température anglo-saxonne la plus courante. 1°C= (°F-32)*5/9
- $1m^3$=1000 l
- Masse volumique de l'eau : $1000kg/m^3$
- Q=v*S

1.2. Modes de transfert

Il existe trois mécanismes (ou modes) de transfert de la chaleur : la conduction, la convection et le rayonnement.

La conduction

Le transfert d'énergie s'effectue par contact continuité entre les particules de la matière.

La convection

La chaleur est transférée par l'intermédiaire d'un fluide en mouvement (liquide, gaz).

Le rayonnement

Le transfert de chaleur s'effectue par l'intermédiaire de rayonnements électromagnétiques, tout corps à 0°K émet de l'énergie sous forme de rayonnement électromagnétique, qui est absorbé, réfléchie et absorbée.

2. L'énergie solaire

L'usage de l'énergie thermique du soleil peut se comparer étroitement à l'usage d'une autre ressource naturelle renouvelable. C'est une ressource diffuse qui a besoin d'être collectée par des surfaces de capteurs. Il s'agit d'une ressource moins dense que les énergies traditionnelles et intermittente et elle est accumulée pendant la journée. Le stockage permettant un usage ultérieur. De même, c'est une énergie de flux qui se renouvelle indéfiniment à son rythme.

2.1. Le solaire thermique en Europe

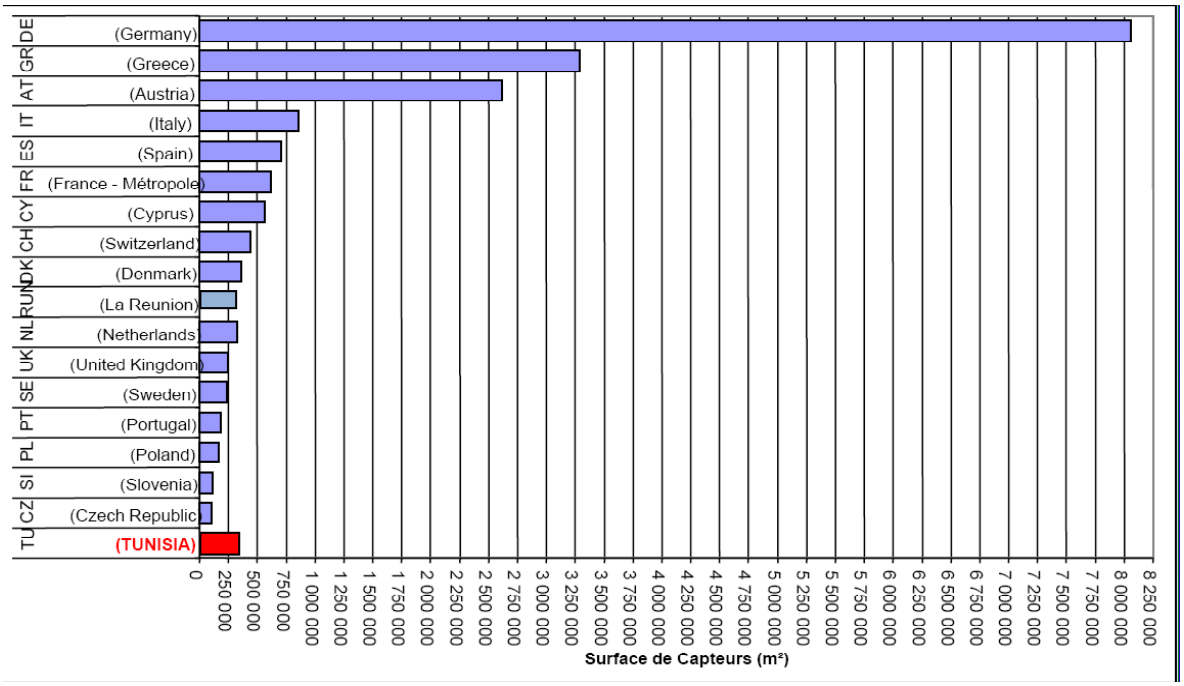


Figure 1. *Surface de capteurs (m2) à travers les pays européens.*

2.2. Le solaire thermique en Tunisie

D'après les données et les mesures, la Tunisie bénéficie d'un régime solaire favorable d'environ 3200 heures d'ensoleillement par an et une irradiation moyenne quotidienne de 5 kWh/m²/jour.

Actuellement et grâce au programme PROSOL résidentiel, instauré et géré par l'ANME, les installations des chauffe-eau solaire ont passé de 7000 m² /an en 2004 à plus de 80 000 m² /an en 2008 avec un cumul de plus de 320 000 m² (figure 2).

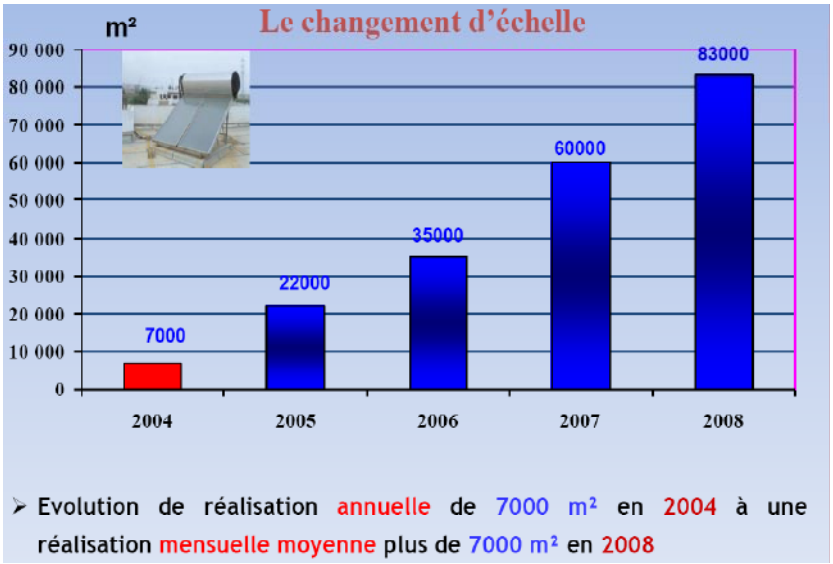


Figure 2. *Evolution des chauffe-eau solaires en Tunisie (2004-2008).*

2.3. Diagramme de la course du soleil au cours de l'année

Le diagramme de course du soleil, présentant la position du soleil à chaque moment de l'année, au cours d'une journée permet d'y superposer les masques présents sur les capteurs (figure 3). Les différentes courbes représentent des dates de l'année.

- Courbe 1 : 22 Juin
- Courbe 2 : 22 Mai et 23 Juillet
- Courbe 3 : 30 Avril et 23 Août
- Courbe 4 : 20 Mars et 23 Septembre
- Courbe 5 : 21 Février et 23 Octobre
- Courbe 6 : 19 Janvier et 22 Novembre
- Courbe 7 : 22 Décembre,

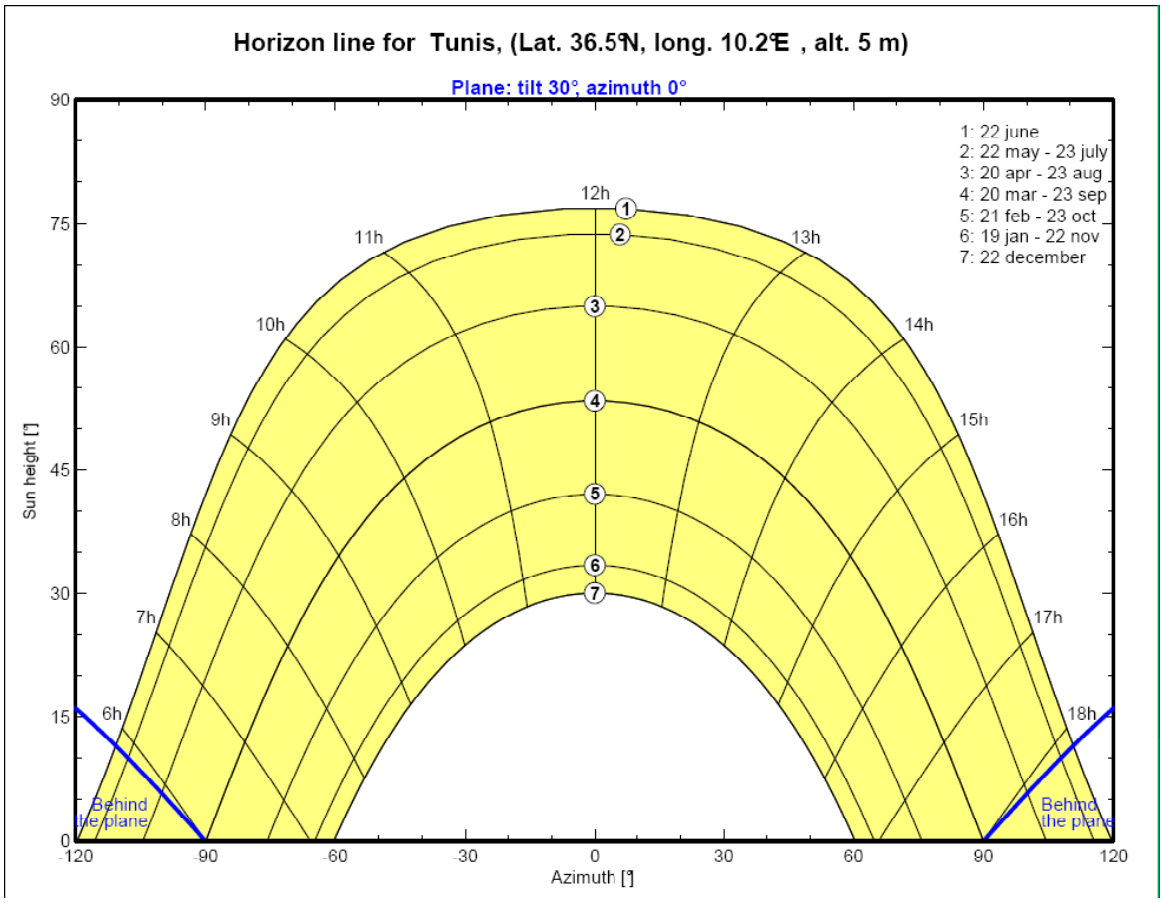


Figure 3. *Diagramme de la course du soleil au cours de l'année*

En Tunisie, un capteur doit être installé à une distance de l'obstacle égale au moins à 2 fois la hauteur de cet obstacle (il faut que L > 2*H) (figure 4). Ceci garanti au minimum 5 heures d'ensoleillement en hiver et 10 heures et demi en été.

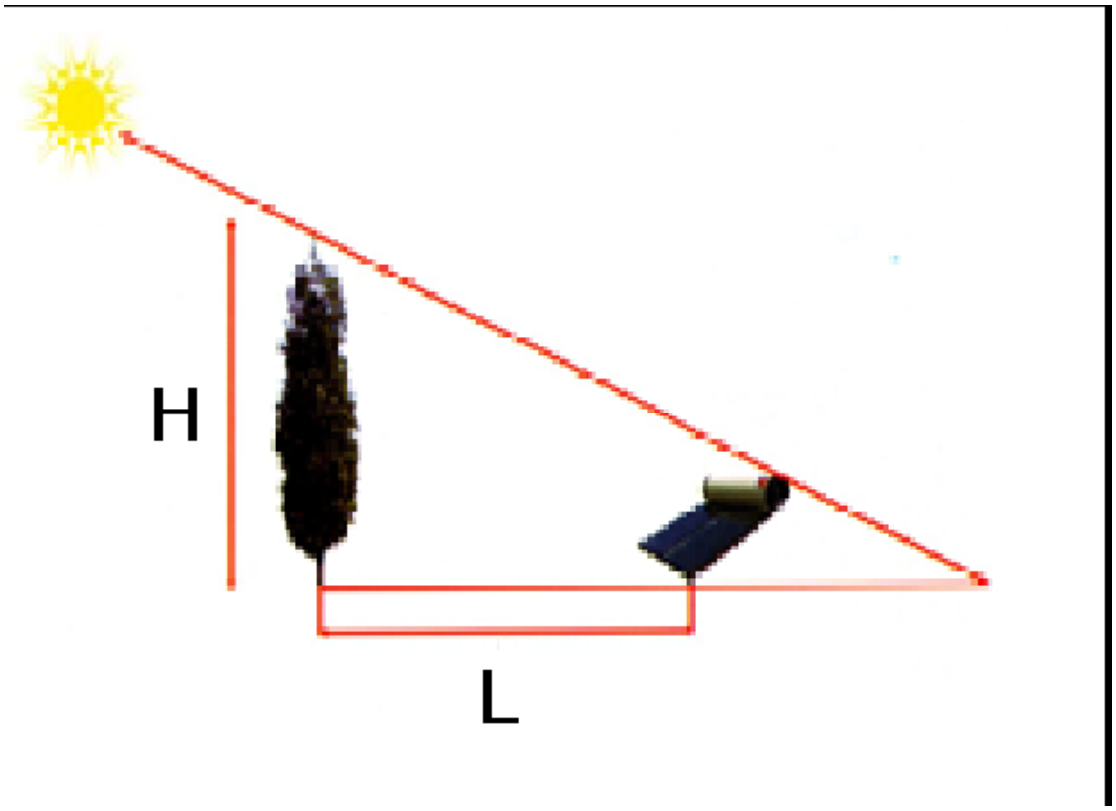


Figure 3. *Diagramme de la course du soleil au cours de l'année*

Chapitre 4. Typologie et spécification technique des CESI

Un chauffe-eau solaire est un système qui permet la production d'eau chaude par conversion de l'énergie solaire. Cette eau peut être utilisée à des fins domestique (vaisselle, lessive, toilette…) pour des consommations réduites, ou pour des usages collectifs ou commerciaux (les hôpitaux, les hôtels) pour des consommations importantes.

1. Production solaire d'eau chaude sanitaire : principe de base

L'absorption du rayonnement solaire libère de la chaleur sur la surface de l'objet. Un piège énergétique à rayonnements ». Ce piège constitue ce qu'on appelle l'effet de serre qui n'est possible qu'avec les matériaux transparents laissant passer les rayonnements. L'absorbeur commence à perdre une partie importante de sa chaleur sous forme de rayonnements infrarouges invisibles.

1.1. Principe de fonctionnement d'un capteur solaire plan

- Un captage et transformation du rayonnement incident en énergie thermique,
- Un stockage de cette énergie thermique,
- Un circuit hydraulique constitué par des conduites, des pompes, des vannes, etc ..,
- Un système de régulation et de contrôle qui permet d'optimiser le fonctionnement du CES,
- Un système d'énergie d'appoint utilisé.

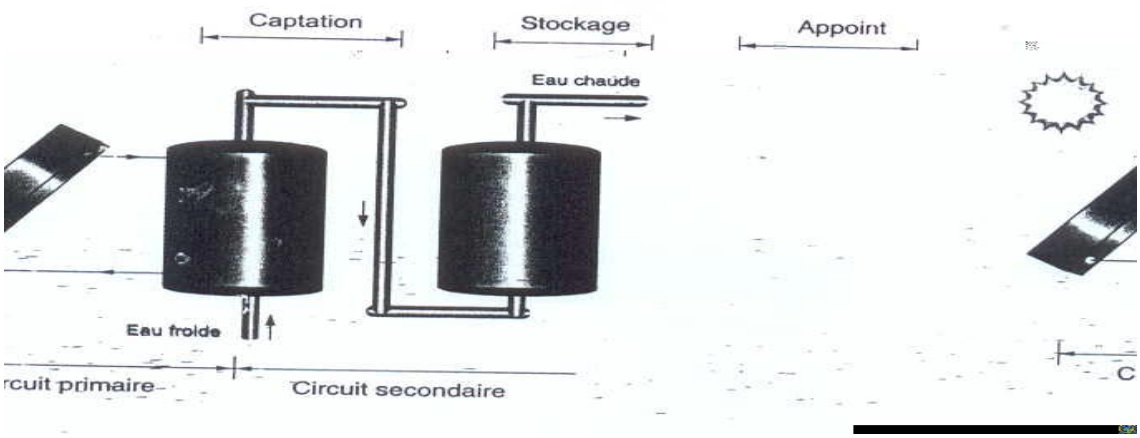


Figure 4. *Fonctionnement élémentaire d'un CES.*

Dans les installations solaires thermiques, on distingue :
Un circuit primaire formé par les capteurs et les conduites qui les relient au réservoir directement ou grâce à un échangeur de chaleur (figure 4),
Un circuit secondaire qui correspond à la partie de consommation de l'eau chaude sanitaire.

1.2. Les capteurs à stockage intégré

Le réservoir est intégré au capteur solaire (par exemple, gros cylindres noirs dans une boite solaire). Comme le réservoir sert également d'absorbeur, il n'y a pas de circuit de transfert (figure 5).

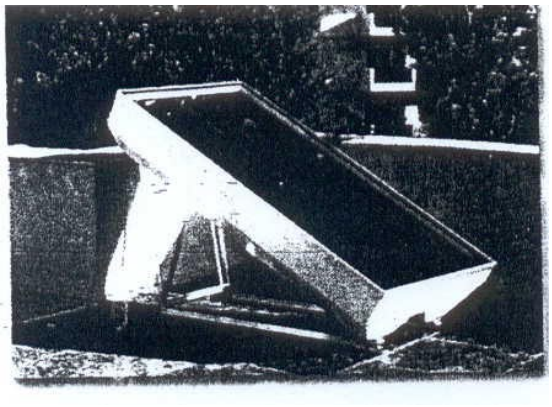


Figure 5. *Capteur à stockage intégré.*

Avantages
Ce système est simple et fiable.
Inconvénients

- Le système est très lourd et peut être difficile à installer sur une toiture légère,
- L'efficacité de l'absorbeur diminue lorsque la température de l'eau s'élève,
- Le réservoir ne peut être isolé et par conséquent il y aura des pertes de chaleur importantes.

2. Chauffe-eau solaire à thermosiphon

Dans les chauffe-eau à thermosiphon, le fluide de travail circule par convexion libre. Le mouvement du fluide de travail est produit uniquement par des variations de la densité du fluide comme conséquence de variations de la température (figure 6).

Avantages

- Autorégulation
- Le débit s'adapte au rayonnement capté (débit de l'ordre de 1.5l/s).

Inconvénients

- Impossible de limiter la température maximale du réservoir qui, en été et pendant les périodes de faible consommation, peut atteindre des valeurs considérables et provoquer de surchauffes qui mettent en jeu la sécurité des personnes et la vie de l'installation.
- Le Chauffe-eau solaire à thermosiphon ne peut pas être utilisé en période de gel relativement prolongée.

3. Chauffe eau solaire à circulation forcée

Le mouvement du fluide s'effectue au moyen d'une pompe de circulation avec un débit qui est généralement voisin du double de ceux à thermosiphon. La régulation du système doit s'effectuer au moyen d'un contrôle différentiel de températures actionnant autour de 6-7°C et la déconnectant autour 2 ou 3°C.

Avantages

- Simplicité de raccordement et une légèreté d'installation,
- Le réservoir de stockage peut être placé à un endroit facile à installer et seul le capteur doit être fixé sur le toit,
- La possibilité d'utiliser un ballon d'eau chaude standard, qui n'a pas à résister aux intempéries.

Inconvénients

- Cette technologie est plus compliquée,
- La pompe et son contrôleur sont fragiles,
- L'utilisation de l'eau de réservoir directement dans le capteur peut causer des problèmes de gel en régions froides.

Chapitre 5. Technologie des accessoires d'une installation solaire

1. Composantes d'un chauffe-eau solaire

1.1. Le Capteur

- Matériau transparent : verre normal ou trempé d'une grosseur égale ou supérieure à 3 mm et d'une transmissivité égale ou supérieure à 0,8. l'emploi d'un matériau présentant des caractéristiques différentes devra faire l'objet d'un rapport d'un organisme accrédité,

- Distance moyenne entre l'absorbeur et le verre de 2 à 4 cm,

- Matériau de l'absorbeur de type métallique. L'utilisation d'un matériau présentant des caractéristiques différentes devra faire l'objet d'un rapport d'un organisme accrédité,

- Le trou de condensation du capteur est d'un diamètre minimum de 4 mm, situé dans la partie inférieure, afin de pouvoir éliminer les accumulations d'eau dans le capteur.

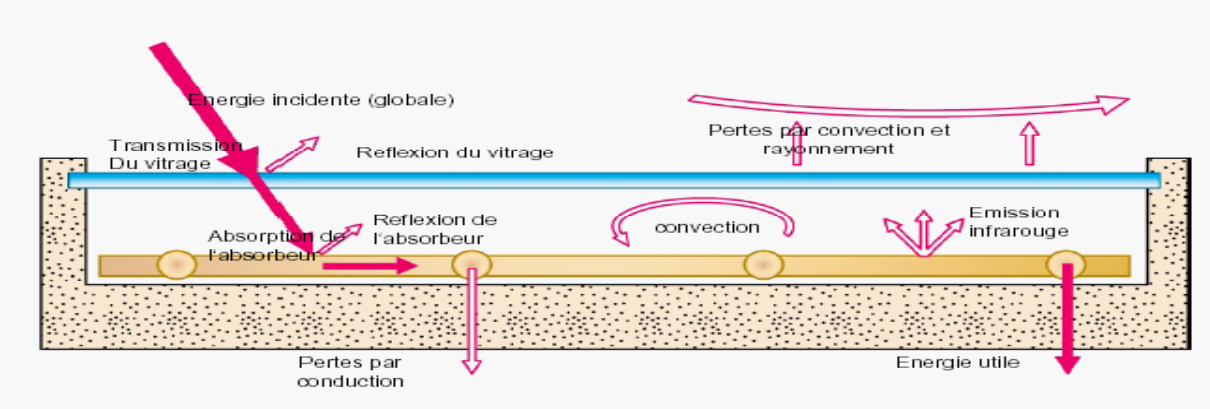


Figure 6. *Schéma de principe d'un Capteur.*

1.2. Le Réservoir

Le réservoir est composé des éléments suivants :

- La cuve est en acier inoxydable ou galvanisé. Dans le cas de la galvanisation, la paroi intérieure doit être garnie d'un revêtement protecteur, de qualité alimentaire, type émail ou époxy. Ce revêtement doit assurer la résistance contre la corrosion et contre les températures qui peuvent dépasser 80°C,
- L'isolant est en laine de roche, mousse polyuréthanne ou polystyrène ou liège. Il aura une épaisseur d'au moins 30 mm (valeur donnée pour une conductivité de plus de 0,04W/m°K avec un matériau tel que le liège),
- La jaquette de protection peut être en PVC ou autre matériau plastique exclusivement pour les ballons intérieurs. Pour les ballons situés à l'extérieur, elle sera en feuilles

d'aluminium ou d'acier laqué, assemblées de manière à assurer l'étanchéité totale à la pluie,

- L'appoint électrique éventuel : le chauffe-eau solaire muni d'une résistance électrique sera conforme aux normes en vigueur,
- La résistance électrique sera située dans la moitié supérieure du ballon.

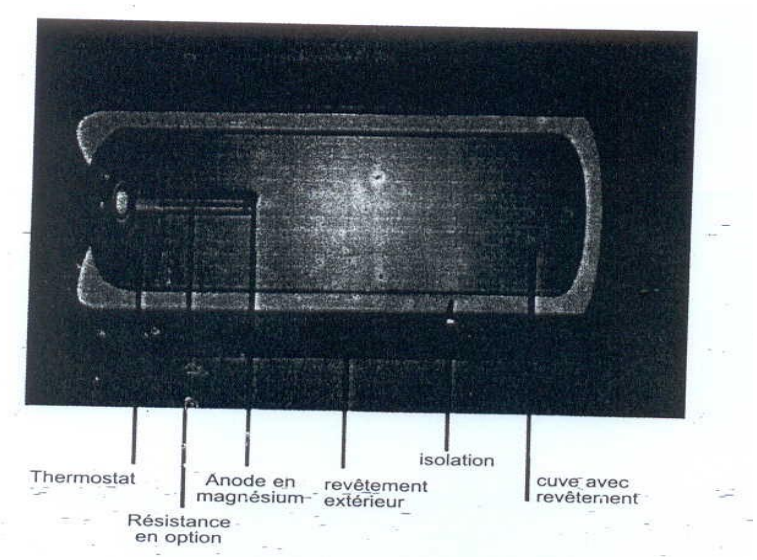


Figure 7. *Schéma de principe d'un réservoir.*

1.3. L'Echangeur

L'échangeur est utile en cas de risque de gel ou d'eau corrosive ou en tartrate, il devra alors présenter les caractéristiques suivantes :

- Matériau compatible avec celui du ballon, des conduites de raccordement et du fluide primaire employé,
- Implantation en partie basse du ballon solaire,
- Surface d'échange suffisante, de manière à assurer un coefficient d'échange minimal de 50W/K par m2 de capteur.

1.4. Accessoires du Chauffe-eau solaire à circulation forcée

Le vase d'expansion

Cause : Variations de température : le moyen d'absorber ces variations réside dans l'utilisation des systèmes d'expansion.

Installations à expansion ouverte

Les variations du volume d'eau du circuit primaire sont absorbées dans un réservoir ouvert sur l'atmosphère ou le niveau de l'eau varie en fonction des dilatations ou des contractions que subit le fluide de travail.

Installations à expansion fermée

La dilatation de l'eau entraîne une augmentation de la pression qui déforme la membrane élastique du vase d'expansion fermé, augmentant ainsi la capacité du circuit d'eau.

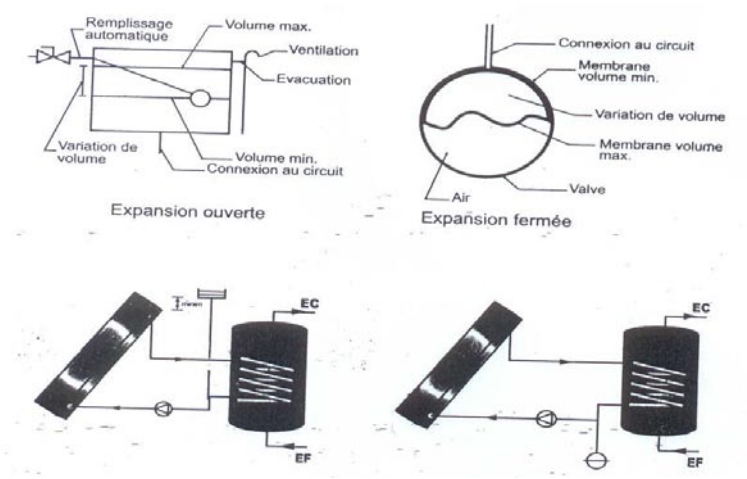


Figure 8. *Installation avec vase d'expansion.*

Le purgeur

Il permet d'évacuer automatiquement l'air et les gaz dissous dans l'eau du circuit fermé. Il se place aux points hauts du circuit fermé.

Le Groupe de sécurité

Ce groupe se situe à l'entrée d'eau froide du ballon. Il se compose de :

- Soupape de sécurité
- Vanne d'arrêt
- Clapet anti-retour
- Robinet de Vidange

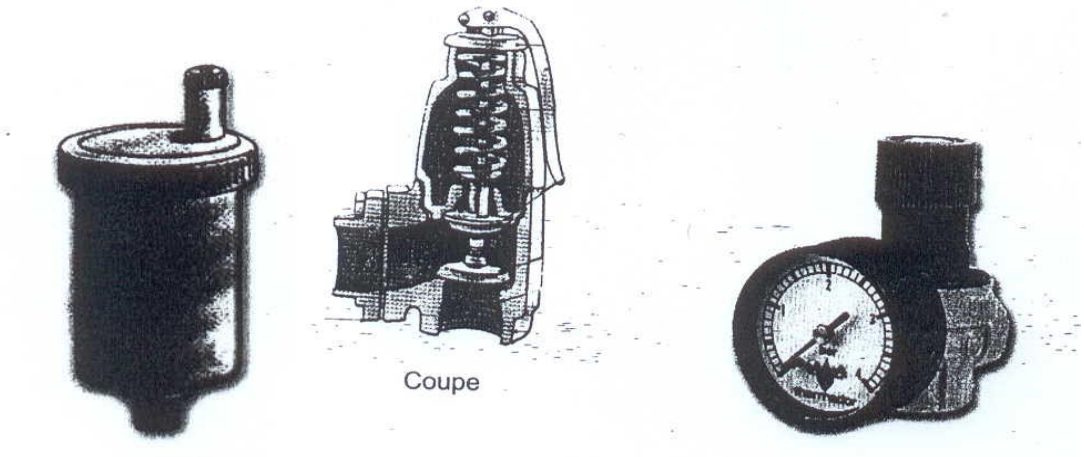


Figure 9. *Groupe de sécurité.*

1.5. Les Circuits hydrauliques

Le matériau des conduites sera électro-chimiquement compatible avec ceux du capteur et du ballon de manière à prévenir toute corrosion accélérée par effet de pile électrochimique. Les conduites d'eau chaude seront isolées thermiquement moyennant une épaisseur d'au mois 10 mm. Le circuit ne comportera pas de coudes à 90°.

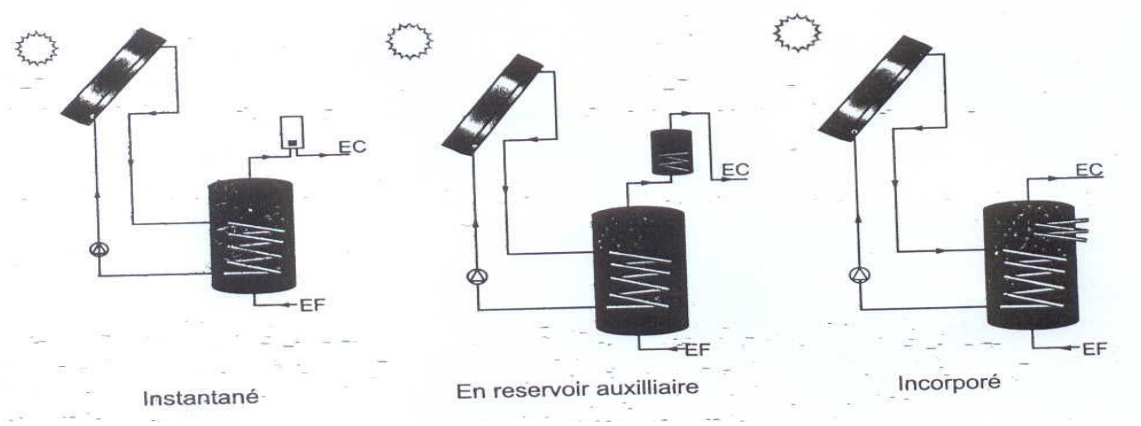


Figure 10. *Configuration CES/Appoints.*

1.6. Les pompes

Dans le cas d'un chauffe-eau solaire à circulation forcée, la puissance électrique de la pompe ne dépassera pas 50W ou 2% de la puissance calorifique maximale pouvant être délivrée par le ou les capteurs.

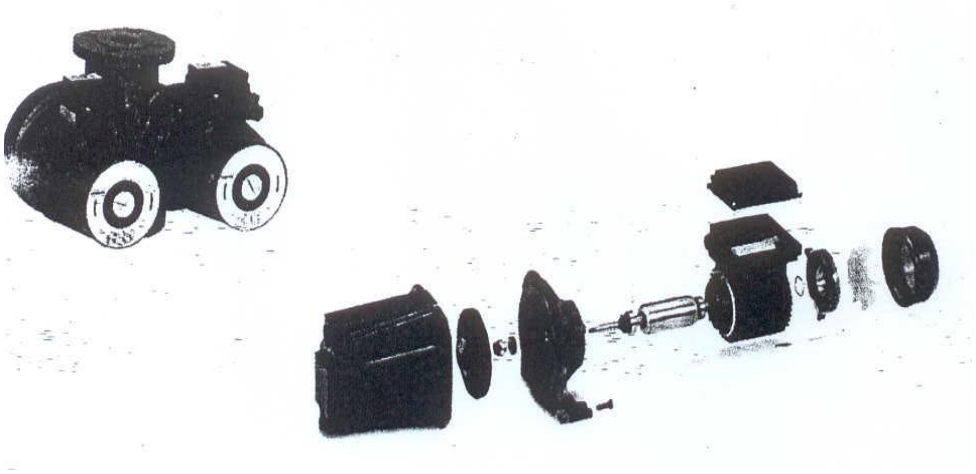


Figure 11. *Modèle de pompe.*

1.7. Le support métallique

- Une rigidité suffisante pour supporter le poids de l'ensemble
- Pour résister à la corrosion, on utilisera de préférence des profilés de fer galvanisé ou d'aluminium. Les profilés d'acier ordinaire peint seront évités**.**

2. Le système de régulation

Dans le cas d'un chauffe-eau solaire à circulation forcée, le système de régulation sera de type différentiel, actionnant la pompe en fonction de la différence entre la température à la sortie du capteur solaire et la température à la sortie du ballon (vers le capteur).

- Dans des systèmes à circulation forcée, on utilise habituellement une vanne anti retour qui permet exclusivement le mouvement du fluide dans le sens du chauffage.
- Dans les chauffe-eau à thermosiphon, la circulation inversée peut être évitée en plaçant la connexion de sortie chaude des capteurs en dessous de la connexion de la conduite sortie du réservoir. On emploie également des vannes anti-retour,

Concernant la PRESSION, l'installation doit être conçue de telle sorte qu'on ne puisse jamais dépasser la pression maximum supportable par les matériaux. Tous les circuits fermés du chauffe-eau solaire soient équipés d'une soupape de sécurité

Chapitre 6. Évaluation des besoins et dimensionnement

1. Introduction

En amont, l'installateur assure auprès du client un rôle de conseil, l'assiste dans le choix des solutions les mieux adaptées à ses besoins, compte tenu du gisement solaire local, des contraintes du site, de la taille du foyer, et des énergies d'appoint disponibles.

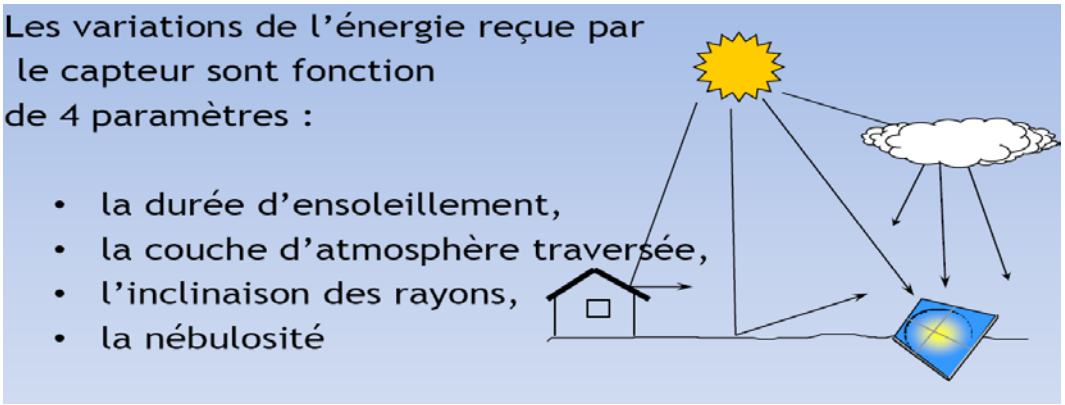
Le dimensionnement du CESI est une étape centrale de la prestation. Il doit reposer sur une analyse précise des éléments suivants :

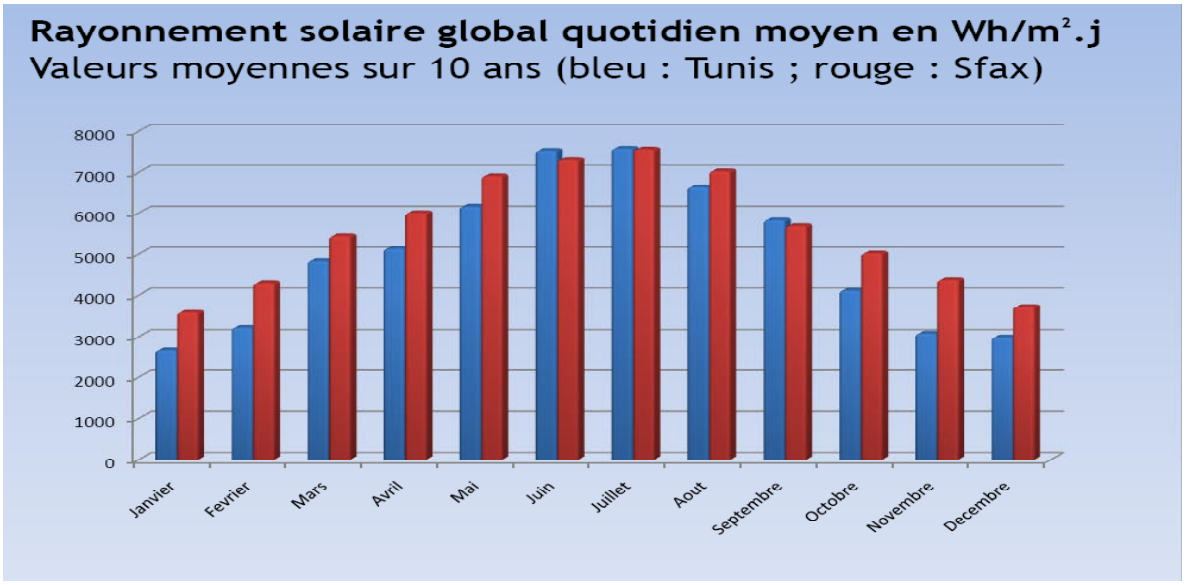
- Le zonage,
- L'orientation et l'inclinaison du toit (dans le cas de toiture inclinée),
- La taille de la famille et besoins en eau chaude (nombre et type de puisages : douche ou bain, fréquence des puisages),
- Les appoints électriques existants (ou appoint gaz), à brancher en série en sortie du ballon d'eau chaude solaire. L'installateur peut également conseiller le dimensionnement de l'installation de manière à alimenter un appareil type lave-linge ou lave-vaisselle à entrée eau chaude.

2. Production solaire

La production solaire est fonction de plusieurs paramètres:

- le lieu (irradiation solaire),
- les conditions météorologiques,
- les températures (fluide et extérieure),
- l'orientation et l'inclinaison des capteurs,
- la performance des capteurs,
- les ombres portées sur les capteurs,
- le réglage de la régulation,
- le choix du débit,
- la performance du groupe de transfert et du stockage,
- les besoins en Eau Chaude et la fréquence des puisages,

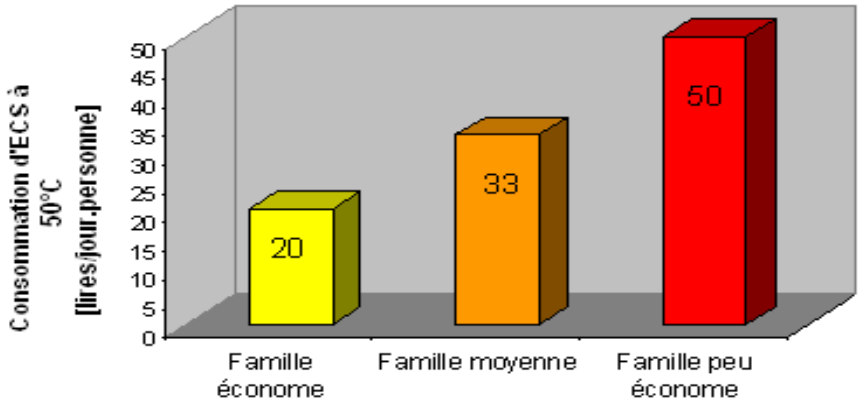

Les variations de l'énergie reçue par le capteur sont fonction de 4 paramètres :
• la durée d'ensoleillement,
• la couche d'atmosphère traversée,
• l'inclinaison des rayons,
• la nébulosité



L'énergie annuelle nécessaire pour assurer les besoins moyens en eau chaude d'une personne est d'environ : 450 kWh/an. (460 kWh/an à Tunis et 420 kWh/an à Djerba, à cause des différences de température de l'eau froide).

3. Les besoins en ECS

La consommation d'eau chaude est en moyenne de **33 litres/jour/personne à 50°C**. Elle varie e fonction des habitudes des occupants et en fonction du type de famille défini dans le graphe ci-dessous et du nombre de personnes. La consommation d'eau chaude peut être définie selon la figure suivante :



4. Le dimensionnement

- **1er critère:** les besoins en eau chaude sanitaire et le volume du ballon,
- **2ème critère :** la région climatique et les conditions d'implantation,
- **3ème critère:** le système existant et le système d'appoint de l'eau chaude.

D’autres paramètres sont pris en compte :
Une installation solaire performante implique un bon dimensionnement des différents paramètres et des éléments la composant le cas échéant :

- le groupe de sécurité,
- le diamètre des canalisations,
- L’échangeur de chaleur,
- Le vase d’expansion,
- Le purgeur d’air automatique,
- Le clapet anti retour.

Les tuyauteries

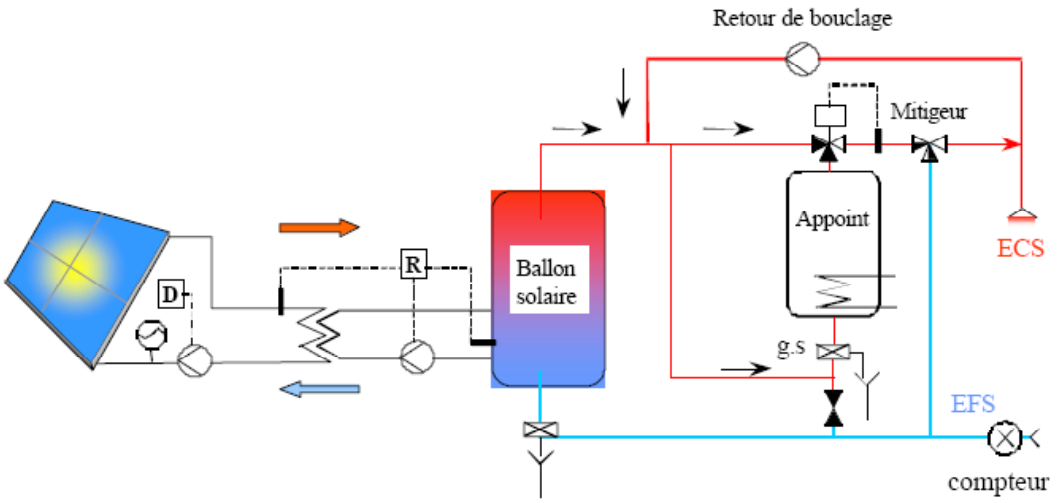
Le choix de la nature des tuyauteries et des éléments des circuits hydrauliques doit être effectué conformément aux Règles de l’Art et de la norme de Plomberie et à la réglementation sanitaire en vigueur (tableau suivant).

Les tuyauteries:

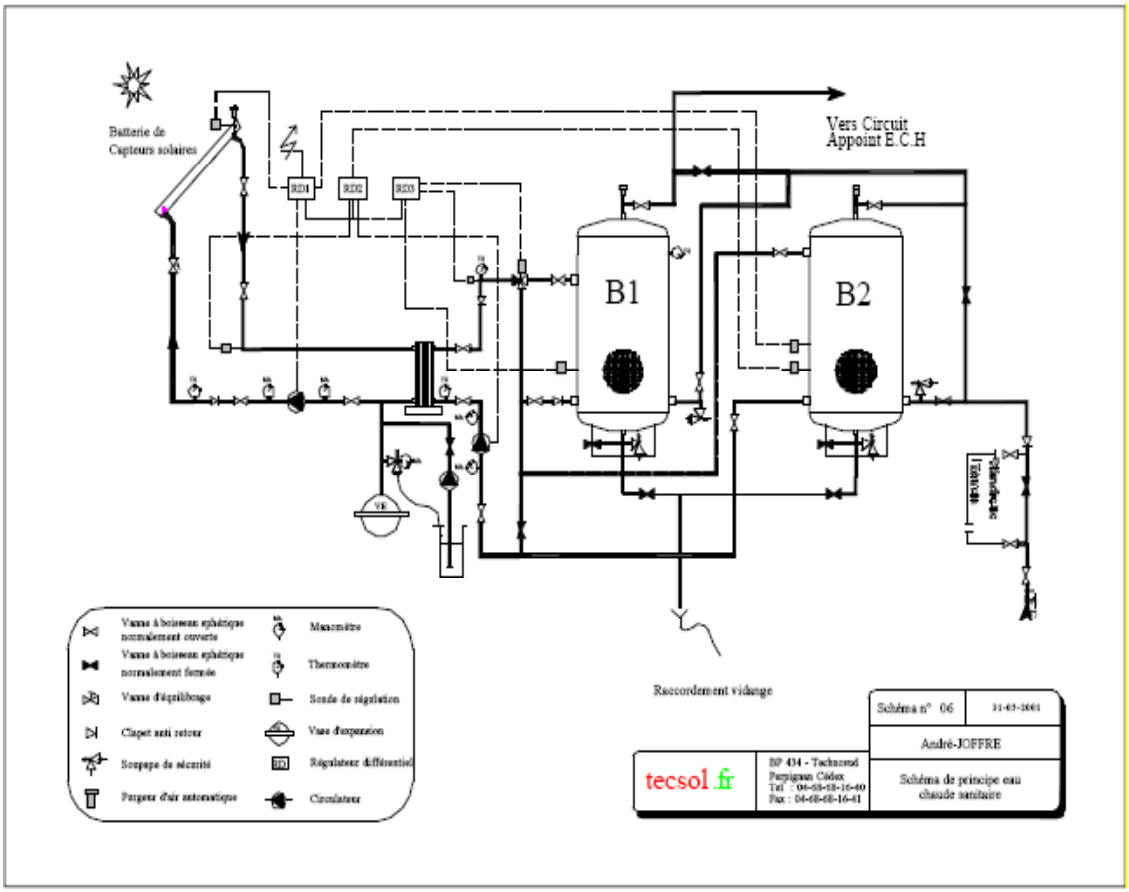
Diamètres préconisés à titre indicatif

Taille du ballon	Tuyauterie Cuivre
180 - 200 L	12/14
300 L	14/16
400 L	16/18
500 L et plus	18/20 ou 20/22

Chapitre 7. Réalisation des schémas hydraulique des installations solaires individuelles



Exemple d'installation avec appoint séparé et boucle de recirculation de l'ECS



Chapitre 8. Règles et Techniques de montage et associations des appoints

1. Inclinaison des capteurs

Lors de l'installation des conditions doivent être respectées concernant la toiture :

- Toiture terrasse: les panneaux seront fixés sur structure support suivant inclinaison optimale conçus par le fabricant-fournisseur (Orientation Sud ±15°, Inclinaison entre 20 et 30°),
- Toiture inclinée: les panneaux seront toujours installés dans le sens de la pente de toiture et plaqués.
- D'une manière générale, il faut privilégier une toiture dont l'inclinaison est comprise entre 10 et 40°. Pour les toitures dont l'inclinaison est inférieure à 10°, les systèmes thermosiphons sont proscrits.
- Hors toiture terrasse, il n'y a pas d'usinage et/ou de conception à réaliser sur site.

Le Chauffe-eau solaire en toiture est utilisé dans les Régions Nord-ouest de la Tunisie.
Il est interdit de positionner le capteur sur le toit dans l'inclinaison la plus appropriée techniquement sans tenir compte de l'aspect esthétique pour éviter :

- Mauvaise intégration architecturale,
- Forts risques d'arrachement en cas de cyclone.

Plaqué tôle

Les capteurs devront être positionnés à une **hauteur minimale de 5 cm de la toiture**. Cela perme à l'eau et à la saleté (feuilles….) de s'évacuer facilement et ne pas stagner sous le capteur. Ci-dessous le capteur est placé avec une inclinaison idéale face au Sud.

Mauvaise intégration : Cuve abîmée

Bonne intégration architecturale : Distance de sécurité non respectée (il faut laisser un passage entre le bord du toit et les capteurs pour assurer la sécurité des poseurs et lors de la maintenance.

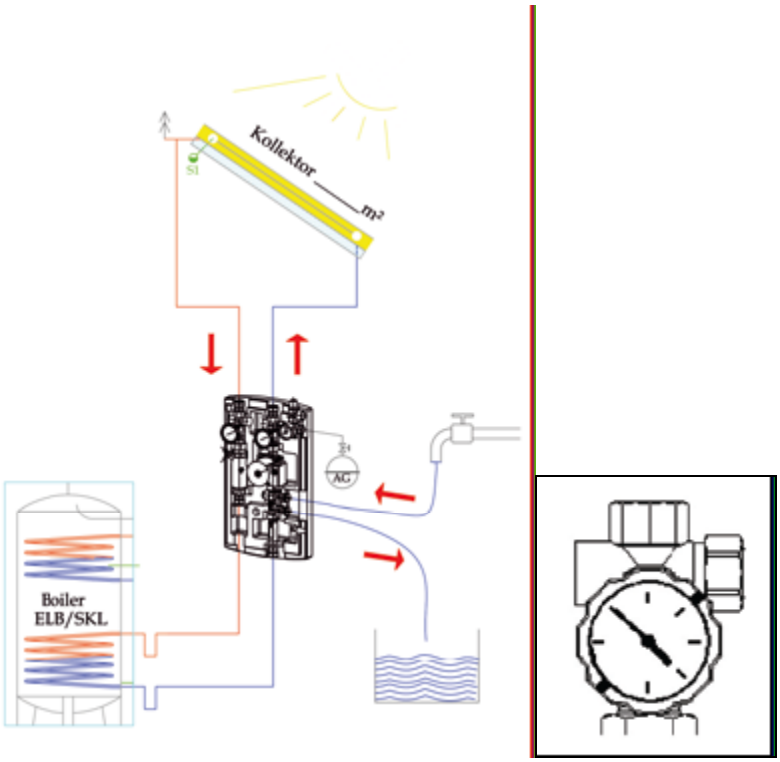
Chapitre 9. Mise en service des CESI

1. Vérification de l’étanchéité

Vérifiez l’étanchéité de toutes les conduites installées, y compris les capteurs, les réservoirs, les ballons, les échangeurs thermiques et la robinetterie.
Il est recommandé d'effectuer la vérification de l'étanchéité du circuit solaire avec de l'air. Dans le cas où vous effectuez la vérification de l'étanchéité du circuit solaire avec de l'eau, l'installation doit être remplie aussi tôt que possible.

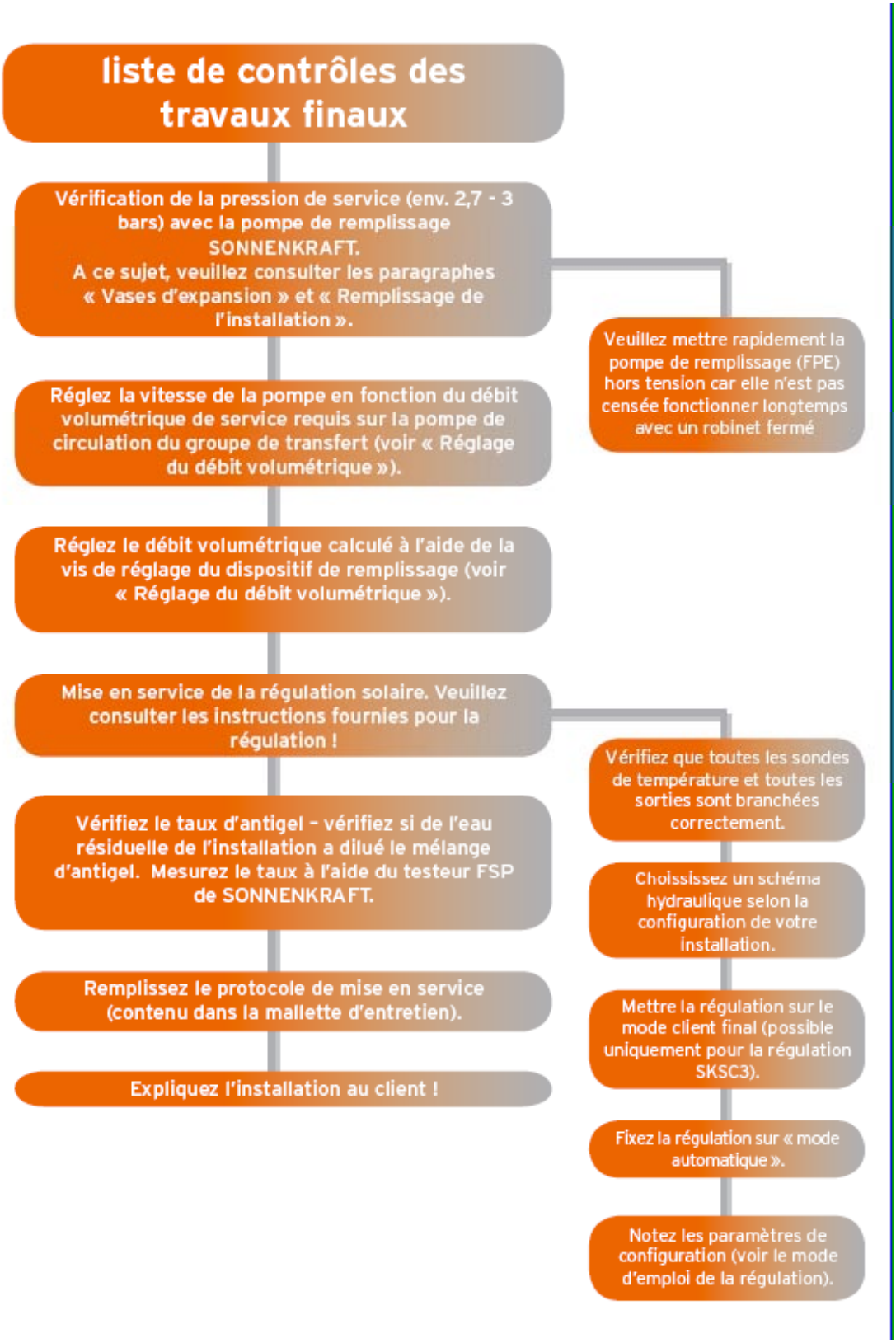
2. Rinçage de l’installation

- Après la vérification de l'étanchéité, rincez l'ensemble de l'installation afin d’éliminer les restes de soudures, de calamine et de dépôt.
- Raccordez la conduite solaire au réseau d'eau et rincez correctement le système de conduite.



Clapet anti retour ouvert en position 45°

3. Liste de contrôles


liste de contrôles des travaux finaux
Vérification de la pression de service (env. 2,7 - 3 bars) avec la pompe de remplissage SONNENKRAFT.
A ce sujet, veuillez consulter les paragraphes « Vases d'expansion » et « Remplissage de l'installation ».
Veuillez mettre rapidement la pompe de remplissage (FPE) hors tension car elle n'est pas censée fonctionner longtemps avec un robinet fermé
Réglez la vitesse de la pompe en fonction du débit volumétrique de service requis sur la pompe de circulation du groupe de transfert (voir « Réglage du débit volumétrique »).
Réglez le débit volumétrique calculé à l'aide de la vis de réglage du dispositif de remplissage (voir « Réglage du débit volumétrique »).
Mise en service de la régulation solaire. Veuillez consulter les instructions fournies pour la régulation !
Vérifiez que toutes les sondes de température et toutes les sorties sont branchées correctement.
Vérifiez le taux d'antigel – vérifiez si de l'eau résiduelle de l'installation a dilué le mélange d'antigel. Mesurez le taux à l'aide du testeur FSP de SONNENKRAFT.
Choisissez un schéma hydraulique selon la configuration de votre installation.
Remplissez le protocole de mise en service (contenu dans la mallette d'entretien).
Mettre la régulation sur le mode client final (possible uniquement pour la régulation SKSC3).
Expliquez l'installation au client !
Fixez la régulation sur « mode automatique ».
Notez les paramètres de configuration (voir le mode d'emploi de la régulation).

Chapitre 10. Entretien des CESI

1. Maintenance préventive

1.1. Détartrage périodique

Par faute d'entretien, le calcaire peut boucher complètement le collecteur du capteur solaire (figure suivante). Pour remédier à cela un détartrage périodique pour les chauffe-eau solaire thermosiphon à capteur plan et circuit ouvert est obligatoire et prévue dans le manuel d'entretien livré au client ce qui préserve sa garantie.

1.2. Méthode de Détartrage

Détartrage avec pompe du capteur

Ramonage du ballon

Pour les chauffe-eau solaire thermosiphon à capteur plan à circuit fermé ou pour les CESI à capteurs S/V, le détartrage s'effectue essentiellement en ramonant le ballon de stockage et le nettoyage de l'échangeur dans le cas où ce dernier est démontable.

Changement de l'anode en magnésium (Pour tout type de CESI)

Quand l'anode atteint un niveau d'usure tel que son diamètre est inférieur à 10 mm son remplacement s'avère obligatoire pour préserver la cuve.

Vérification de l'appoint électrique

Vérification des joints.

2. La maintenance curative

Ce paragraphe fournie une brève liste des problèmes, de leurs origines probables et des solutions aux pannes des systèmes les plus communes. Cette liste est d'une grande importance pratique, puisqu'elle permet à l'installateur et/ou à l'utilisateur du chauffe-eau solaire de maintenir le rendement à un niveau satisfaisant.

Les problèmes des chauffe-eau solaires thermosiphon sont principalement dus à des défauts de Conception, de Construction et d'Installation. Leur conséquence est en règle générale une baisse de rendement. On s'intéresse principalement aux problèmes dus à l'installation, et aux sous systèmes car le matériel lui-même (capteur-ballon) est supposé conforme aux cahiers des charges et aux normes.

Liste non exhaustive des incidents

- Déperditions de chaleur au niveau des réservoirs, des tuyauteries et d'autres composants du système,
- Blocage de l'air dans le système et écoulement obstrué,
- Pannes de contrôle des sous-systèmes,
- Fonctionnement anormal et écarts par rapport au mode de fonctionnement prévu,
- Appoint électrique défectueux,
- Equipement mal installé.

Chapitre 11. Élaboration et prestation d'un devis

Le devis doit comporter les éléments suivants :

1. Nom et logo de l'entreprise installatrice
2. Nom du client
3. Objet, n° devis, date
4. Descriptif des prestations
5. Prix détaillé, en total HT, TVA, et total TTC
6. Montant du Crédit
7. Délais de validité et Conditions de paiement
8. Co-signature du client et installateur qualisol.tn
9. Délais d'exécution

A NOTER :

- Concernant les délais, l'installateur s'engage sur le délai de réalisation en fonction de sa charge de travail.
- Le descriptif doit mentionner la nature de la prestation avec la description et les références des matériaux utilisés.
- La présence des éléments suivants : groupe de sécurité, appoint électrique éventuel...

  La capacité, couleur du ballon et la superficie du capteur
- Le type de support (matériaux) Le devis précisera le prix de la main d'œuvre pour la pose et des travaux complémentaires prévus : travaux de raccordement électrique, de plomberie...
- La présence des éléments suivants: groupe de sécurité, appoint électrique éventuel...
- la capacité, couleur du ballon et la superficie du capteur
- le type de support (matériaux) Le devis précisera le prix de la main d'œuvre pour la pose et des travaux complémentaires prévus: travaux de raccordement électrique, de plomberie...

Chapitre 12. Préparation du service après vente et suivi des CESI

Un exemple de rapport d'audits est présenté dans ce chapitre. Il porte sur le type de CESI installé et les types d'appoint et de pose. A travers cet audit il ressort que :

Type de CESI
La quasi-totalité des CESI audités sont des thermosiphons monoblocs à circulation directe.

Type d'appoint

Appoint intégré	72% des CESI (37% réellement raccordée)
Appoint Externe Ballon Électrique	7%
Appoint Externe Gaz	5%
Pas d'appoint	16% (51% effectifs)

Type de pose

Toiture terrasse	90 %
Toiture inclinée	7 %
Hors toiture (en façade, au sol, …)	3 %

Démarche commerciale *Taux d'insatisfait*	Qualité de pose *Taux d'insatisfait*	Explications fournies *Taux d'insatisfait*	Explications fournies *Taux d'insatisfait*	**Moyenne globale sur les 4 critères**
Total	6.96%	7.17%	41.71%	**15.34%**

Compte tenu de différentes paramètres, environ 15% des clients sont insatisfaits par leur CESI, en grande partie à cause du manque d'informations fournies par l'installateur.

Qualification du SAV	Bon	Moyen	Faible	Absence de SAV
	17%	14%	13%	56%

CESI ayant bénéficié d'une visite de maintenance	Remise d'un PV de maintenance
16.2%	59.3%

D'une manière générale les clients sont peu informés sur les tâches d'entretien à leur charge. En effet, seuls 20% des bénéficiaires affirment avoir reçu une notice d'entretien du CESI. Lors de l'audit, il a été constaté que certains CESI étaient sur ou sous dimensionnés par rapport aux besoins. On note notamment :

- CESI de 300L pour 2 personnes (surdimensionné)
- CESI de 200L pour 6 personnes (sous-dimensionné)

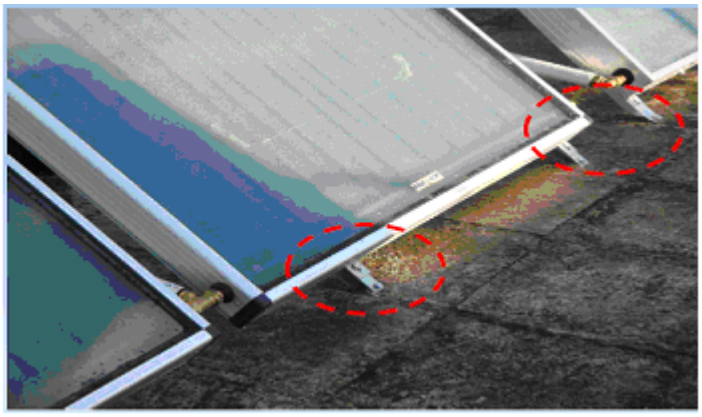
Les principaux risques sont :

- En cas de surdimensionnement il y a un risque de surchauffe et de brûlures (notamment en l'absence de mitigeur) et dégradation du matériel
- En cas de sous-dimensionnement il y a une utilisation excessive de l'appoint, mauvaise «image» du CESI qui ne couvre qu'une faible part des besoins

Toutefois, les informations techniques récoltées sont correctes dans l'ensemble : 94% des CESI audités

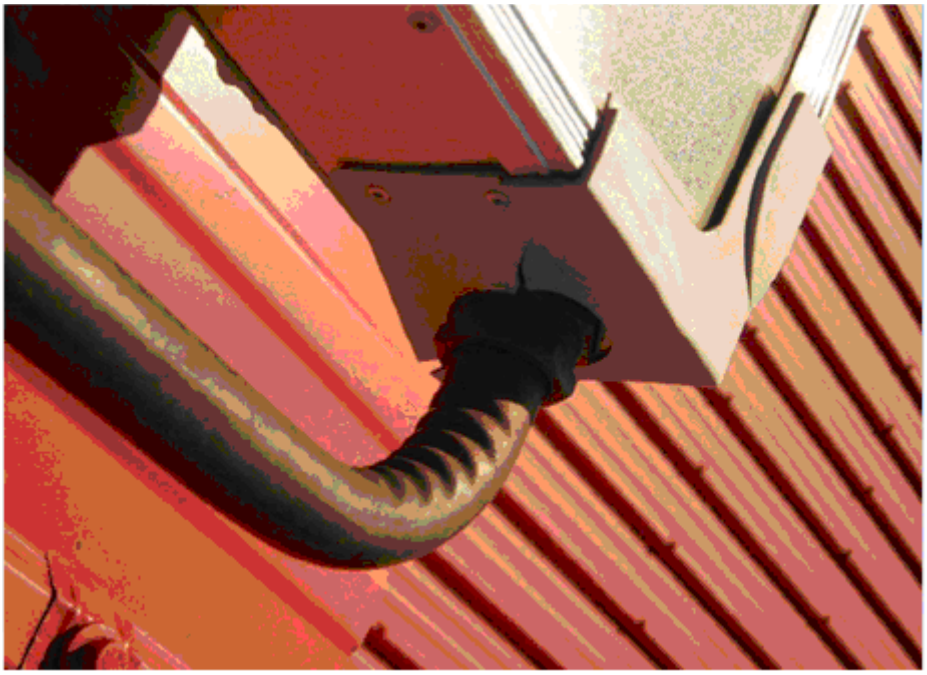
Chapitre 13. Principaux défauts de réalisation

1. Défauts d'installation



Perçage du toit pour fixation du CES

Les raccords entre capteur et cuve forment des boucles ou des coudes ; le phénomène de thermosiphon nécessite un temps d'amorçage plus long Résistance du calorifugeage aux UV.

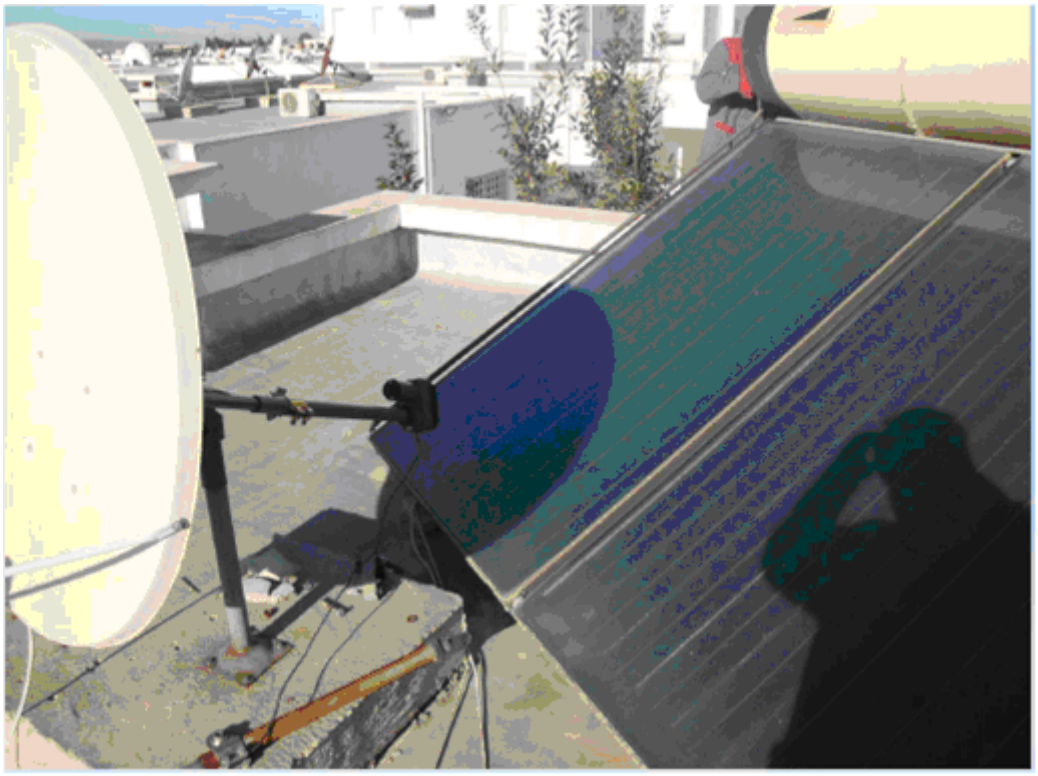


Cintrage non réalisé dans les règles de l'art Canne à ne pas poser en l'état.

Appoint électrique : DANGER DE MORT
Raccordement électrique non-conforme (sur prise et non sur disjoncteur puis disjoncteur différentiel) ; branchement avec domino dans une pièce d'eau !
DANGER !

Fixation de la tuyauterie non pérenne (câble électrique V/J) Risque de détérioration de l'étanchéité existante

Implantation du capteur
Ombre portée très significative Intégration architecturale non satisfaisante



Implantation du capteur
Ombre portée très significative

Ballon solaire :
non retrait du film de protection de la cuve, qui se dégrade sous l'action des UV et affecte

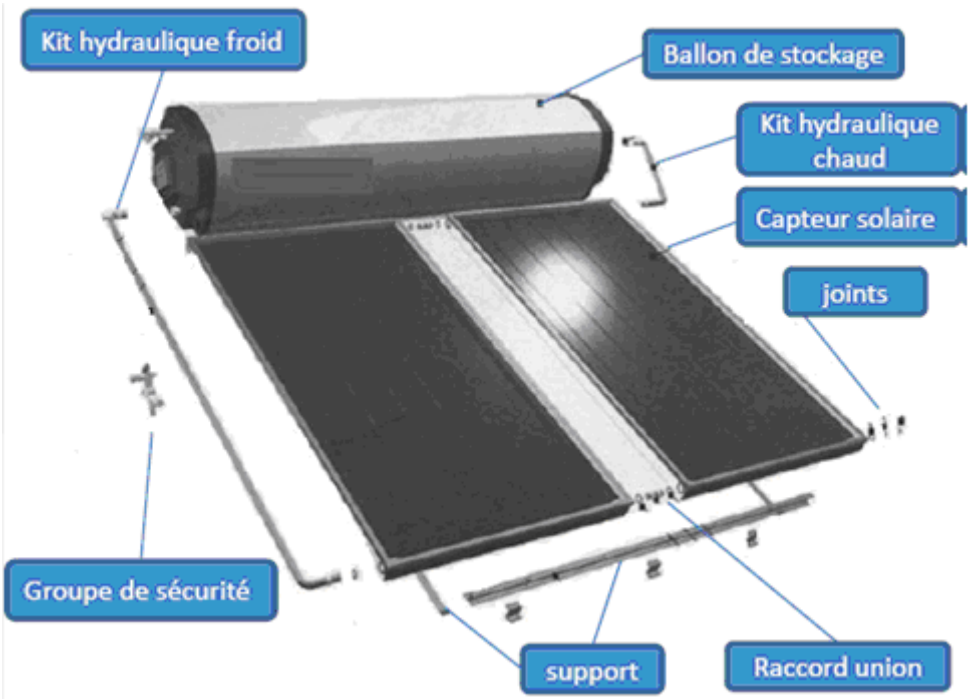
l'esthétique du CESI

Cintrage non réalisé dans les règles de l'art (écrasement de la tuyauterie)
Le travail du cuivre doit être reprit

Différents diamètres de tuyauterie utilisés ; raccords bricolés (soudure sur place…)

Chapitre 14. Installation, mise en service et entretien d'un CESI

1. CESI thermosiphon monobloc

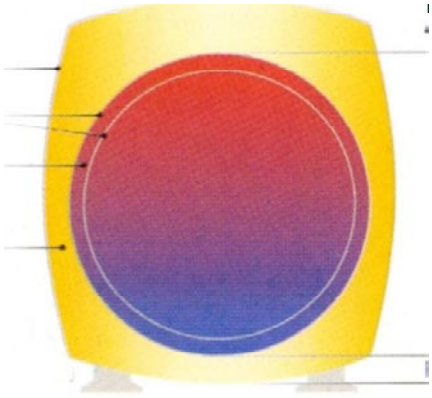


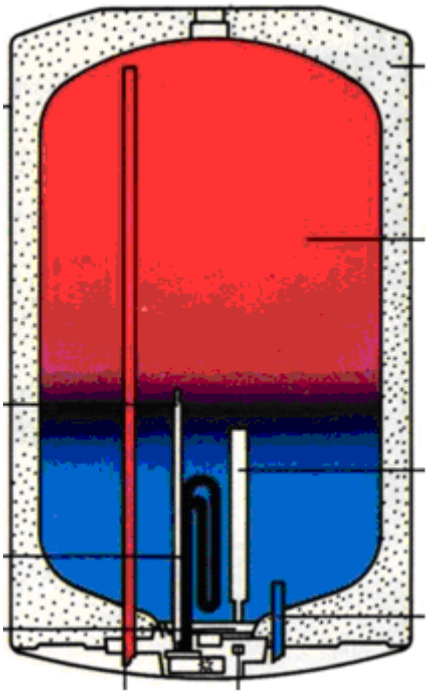
Le CESI comprend essentiellement les éléments suivants:

- Un ou plusieurs Capteurs solaires plans ou à tubes sous vide,
- Une structure de Support,
- Un Ballon de stockage solaire calorifugé,
- Un groupe de sécurité,
- Un appoint électrique incorporé (en option),
- Un Purgeur (valve de sécurité),
- Un Ensemble kit chantier.

Nom de produit	**photo**	Caractéristique et fonctionnement

Ballon de stockage





1. Cuve en tôle d'acier traité
2. Revêtement intérieur
3. Isolation en mousse polyuréthanne
4. Entrée/sortie eau sanitaire
5. Aller/retour capteur
6. Vase d'expansion (circuit fermé)
7. Echangeur de chaleur (circuit fermé)
8. Purgeur d'air automatique (circuit fermé)

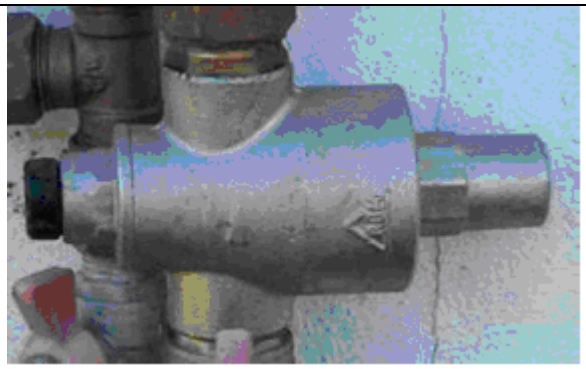
Stocke l'eau chaude solaire jusqu'à l'utilisation

Le support		

		Le support est conçu pour réponde aux besoins de solidité nécessaire au poids et à la stabilité du système
Groupe de sécurité		Le groupe de sécurité Protège le chauffe-eau solaire lors des surpressions de l'eau
Anode Mg		L'Anode sert à résorber l'accumulation du calcaire à l'intérieur du réservoir.

Purgeur		Le purgeur est un moyen de sécurité pour la surchauffe et la pressions excessif l'intérieur du ballon.
Appoint électrique	 	En raison des changements climatiques évidents, et en l'absence d'ensoleillement, à ce moment-là, vous devez activer l'appoint électrique.
Contrôleur intelligent		En raison des changements climatiques évidents, et en l'absence d'ensoleillement, à ce moment-là, vous devez activer l'appoint électrique.

Mitigeur thermostatique		Mélange de l'eau froide et l'eau chaude solaire pour obtenir une eau à la température désirée sans risque de brûlure.
Vase d'expansion		Pour les CESI à circuit fermé, absorbe le volume du fluide caloporteur excédentaire lors de la phase chauffage
Fluide caloporteur et échangeur		C'est le fluide qui porte la chaleur absorbé par le capteur solaire et le transfert à l'eau stockée dans le ballon à travers l'échangeur de chaleur

Réducteur de pression		C'est l'organe qui protège le CESI contre la forte pression d'eau d'alimentation

2. Instruction à suivre avant l'installation

- L'installation de chauffe-eau solaire doit se faire par un installateur exclusivement agréé par l'Agence Nationale de la Maîtrise de l'Energie (ANME),
- L'installation de chauffe-eau solaire doit se faire au minimum par deux personnes,
- Il est très important de lire attentivement et de prendre en considération toutes les instructions d'installations mentionnées et illustrées dans le manuel d'installation,
- Il est nécessaire que le client et l'installateur se mettent d'accord sur tous les détails concernant l'installation du chauffe-eau solaire tel que l'emplacement et les points de raccordements en eau et en électricité.

-
- *Considérations importantes*
  - L'alimentation en eau froide de l'installation solaire doit être prise sur la canalisation principale.
  - Il n'est pas conseillé d'utiliser une canalisation secondaire car le débit de l'eau chaude dans les différents points de puisage va être sévèrement altéré et diminué en cas d'ouverture simultanée des robinets (la pression sera très faible),
  - La pose et le lieu doivent être dégagé et sans obstacles aux alentours. (Murs, immeubles,…etc.), et ceci toute l'année,
  - L'installation doit ce faire dans les règles de l'art et suivant les instructions de montage et d'assemblages,

- Pour un rendement optimal, le chauffe-eau solaire doit être orienté plein sud. S'il est impossible de l'orienter plein sud, la variation ne doit pas dépasser ±15°de l'orientation sud,
- Bien serrer tous les raccordements hydrauliques: l'utilisation d'une clef et une contre clef est obligatoire pour éviter de tordre les collecteurs à l'intérieur des capteurs UN COLLECTEUR TORDU = UN CAPTEUR NON FONCTIONNEL
- La conduite d'eau chaude doit être parfaitement isolée par le calorifuge afin d'assurer le meilleur rendement,
- Au passage des murs, les conduites et leurs isolations doivent être placés dans des fourreaux (conduites en PVC de diamètre adaptés aux conduites utilisées),

Pour limiter les risques de pénétration d'eau: faire cheminer la tuyauterie le long de la toiture jusqu'au débord et contourner ce dernier pour effectuer la pénétration via la façade (prévoir alors une goutte d'eau et une reprise de l'étanchéité de la façade)
Précautions d'usage en fonction du type de toit: Le type de toit et notamment de tôle conditionne le type de visserie à utiliser, les charges maximales supportables et le type de support à mettre en œuvre (Tôle ondulée ou carrée, Toiture terrasse).